

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000698

International filing date: 20 January 2005 (20.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 005 300.6
Filing date: 29 January 2004 (29.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 16 February 2005 (16.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EPO - DG 1

07. 02. 2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 005 300.6

Anmeldetag:

29. Januar 2004

Anmelder/Inhaber:

Atotech Deutschland GmbH, 10553 Berlin/DE

Bezeichnung:Verfahren zum Behandeln von Trägermaterial zur
Herstellung von Schaltungsträgern und Anwendung
des Verfahrens**IPC:**

H 05 K 3/10

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Verfahren zum Behandeln von Trägermaterial zur Herstellung von Schaltungsträgern und Anwendung des Verfahrens

Beschreibung:

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln von Trägermaterial, umfassend ein Tragelement und ein Dielektrikum, zur Herstellung von Schaltungsträgern und eine Anwendung des Verfahrens.

10

Derartige Herstellungsverfahren sind aus dem Stand der Technik bekannt, wobei allgemein die folgenden Verfahrensschritte durchlaufen werden: i) Bereitstellen eines Substrates, wobei das Substrat aus mindestens einer dielektrischen Lage und Kupferschichten an mindestens einer Seite besteht, ii) Strukturieren der Oberfläche des Substrates entsprechend einem zu bildenden Leitungsmuster, iii) Abscheiden eines leitfähigen Materials in dem Leitungsmuster entsprechenden Bereichen zur Bildung von Leitungsstrukturen, und iv) Entfernen des leitfähigen Materials außerhalb des Leitungsmusters. Alternativ kann das Leitungsmuster nach dem Strukturieren der Oberfläche des Substrats in Schritt ii) durch selektives Abätzen von freigelegtem Basiskupfer gebildet werden.

15

20

25

Zur Strukturierung der Oberfläche können beispielsweise Verfahrensschritte wie Photolithographie oder Laserablation verwendet werden. Die Strukturierung der Oberfläche des Substrates durch Photolithographie wird dabei durch die Weiterentwicklung der Laser-Technik und der Substratmaterialien zunehmend durch die Laserablation ersetzt, da die Photolithographie bei der Erzeugung sehr feiner Leitungsmuster verfahrenstechnisch an Grenzen stößt.

So wird in DE 196 20 095 A1 ein Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten beschrieben, in dem zunächst in einem beispielsweise in einem Trägerrahmen eingespannten Dielektrikum vorzugsweise durch Laserablation mit einem Excimer-Laser Vertiefungen und Durchgangslöcher gebildet werden. Anschließend wird das Dielektrikum mit einer Grundsicht versehen, welche dann außer an den Stellen der Vertiefungen und Durchgangslöcher selektiv wieder entfernt wird. Die verbleibende Grundsicht wird nun zur Bildung von Leitungsstrukturen, wie Leiterbahnen und Durchkontaktierungen, direkt oder nach Lichtaktivierung metallisiert. Ebenfalls ist die Möglichkeit beschrieben, auf die selektive Behandlung der Grundsicht zu verzichten und direkt auf dieser vollflächig Metall abzuscheiden, wobei die Durchgangslöcher auch mit Metall verfüllt werden können. In diesem Fall wird anschließend bis auf das Dielektrikum zurückgeätzt, wobei die gefüllten Vertiefungen und Durchgangslöcher bündig mit dem Dielektrikum abschließen.

In EP 0 677 985 A1 ist ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten beschrieben. Zunächst werden, wie auch aus DE 196 20 095 A1 ersichtlich, verschiedene Ausnehmungen in einem Trägersubstrat mittels Laserablation, vorzugsweise mit einem Excimer-Laser, erzeugt. Anschließend werden Durchgangslöcher mittels weiterer Laserablation gebildet. Danach wird im Wesentlichen vollflächig ein leitfähiges Material aufgebracht, welches anschließend vorzugsweise galvanisch verstärkt wird, wobei das Material auch auf die Wandungen der Durchgangslöcher abgeschieden wird. Die Löcher werden beim Galvanisieren nicht verfüllt. In einem letzten Schritt wird das aufgebrachte leitfähige Material außerhalb der Ausnehmungen und Durchgangslöcher mit einem mechanischen Polierverfahren entfernt. Eine selektive Abscheidung von leitfähigem Material nur in den Ausnehmungen und Durchgangslöchern kann durch selektive Aktivierung des Trägersubstrates in den Vertiefungen und Durchgangslöchern mittels Laserbestrahlung bewirkt werden, indem eine Substanz auf die Wandungen der Ausnehmungen und Durchgangslöcher aufgebracht wird, die bei Laserbestrahlung elektrisch leitfähig wird.

Die heutigen Anforderungen bei der Produktion von technischen Geräten, wie beispielsweise Computern, Mobilfunktelefonen oder Digitalkameras, sind unter

anderem geprägt durch Forderungen nach einer fortschreitenden Miniaturisierung von Schaltungsträgern. Dazu werden Schaltungsträger mit immer kleiner dimensionierten Leitungsstrukturen und einer immer höher werdenden Verdrahtungsdichte bei zunehmend kleineren Bauteilen benötigt, welche zur Herstellung von so genannten High-Density Printed Circuit Boards verwendet werden.

Mit den oben genannten Verfahren ist es möglich, Vertiefungen und Durchgangslöcher entsprechend einem Schaltungsmuster im Dielektrikum mittels Lasertechnik in Feinauflösung einzulassen. Allerdings gelangt die Bildung einer höheren Schaltungsdichte dort an ihre Grenzen, wo Durchkontaktierungen durch eine höhere Anzahl von Leitungsebenen hindurch erzeugt werden müssen. Denn zum Erreichen einer sehr hohen Schaltungsdichte ist die Einhaltung bestimmter Bedingungen erforderlich, wie beispielsweise die Einhaltung eines für die Metallisierung geeigneten optimalen Aspekt-Verhältnisses zwischen Durchmesser und Tiefe der Durchgangslöcher, sowie ein geringer Platzbedarf für die Durchgangslöcher.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung von Schaltungsträgern bereitzustellen, welches eine weitere Miniaturisierung, d.h. die Bildung kleiner dimensionierter Leitungsstrukturen und einer höheren Verdrahtungsdichte, ermöglicht. Dabei sollen feinste Leitungsstrukturen gebildet werden, welche eine hohe Haftfestigkeit auf dem Substrat und vorteilhafte Wärmedissipationseigenschaften aufweisen sowie hohen mechanischen und thermischen Beanspruchungen standhalten. Das Verfahren soll darüber hinaus preiswert und gut beherrschbar sein.

Die Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren nach Anspruch 1 und die Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 16.

Das Verfahren dient vorzugsweise zum Behandeln eines Trägermaterials, welches ein Tragelement und ein Dielektrikum umfasst. Die Behandlung des Trägermaterials dient zur Herstellung von Schaltungsträgern, wie beispielsweise Leiterplatten, Chipträgern und Multichip-Modulen. Ebenso kann das Verfahren im Bereich GMF (General Metal Finishing) eingesetzt werden, wobei das Ver-

fahren beispielsweise für eine Strukturierung von Oberflächen aus Nichtmetall, etwa für die Erzeugung von Metallmustern (beispielsweise Ornamenten) verwendet werden kann, etwa in der Sanitär-, Automobil- und Schmuckindustrie sowie zur Herstellung von Schildern, Beschlägen und anderen Teilen, die galvanotechnisch behandelt werden.

Das Verfahren weist dabei die folgenden Schritte auf:

- a) Bereitstellen des Trägermaterials,
- b) Strukturieren des Dielektrikums durch Erzeugen von Vertiefungen und Sacklöchern (Vias) in dem Dielektrikum,
- c) Vollflächiges Aufbringen einer Grundsicht auf das Dielektrikum oder Aufbringen der Grundsicht nur auf den erzeugten Vertiefungen und Sacklöchern,
- d) Aufbringen einer Metallschicht auf die Grundsicht (Additivverfahren), wobei die Vertiefungen und die Löcher zur Bildung von Leitungsstrukturen vollständig mit Metall gefüllt werden, und
- e) Abtragen der Metallschicht sowie der Grundsicht bis zum Freilegen des Dielektrikums, wenn die Grundsicht in Schritt c) vollflächig aufgebracht worden ist, wobei die Leitungsstrukturen erhalten bleiben.

Die Sacklöcher dienen zur Verbindung verschiedener Leitungsebenen im Schaltungsträger und reichen daher im Allgemeinen durch eine Dielektrikums-lage vollständig hindurch. Die Vertiefungen dienen zur leitenden Verbindung beispielsweise von Sacklöchern untereinander oder von Anschlussplätzen für elektrische Bauelemente untereinander oder von Sacklöchern und derartigen Anschlussplätzen miteinander. Die Vertiefungen reichen daher nicht vollständig durch die Dielektrikums-lage hindurch.

Das Tragelement ist vorzugsweise eine Metallbasislage, die beispielsweise zur mechanischen Stabilisierung (als dimensionsstabile Stützlage) des Trägermaterials dient. Außerdem kann die Metallbasislage auch zur Stromzuführung beim elektrochemischen Metallisieren eingesetzt werden, wenn die zu metallisierenden Leiterbahnen und Sacklochstrukturen mit der Metallbasislage elektrisch

leitend verbunden sind. Hierzu sind elektrische Kontaktierungsstellen für die Stromzuführung außerhalb des zu strukturierenden Bereichs des Trägermaterials vorgesehen, die mit der Metallbasislage in Verbindung stehen.

- 5 Die Struktur der Vertiefungen entspricht dem darin zu bildenden Leiterstrukturmuster. Das Leiterstrukturmuster kann beispielsweise sowohl Leiterbahnen als auch Anschlussplätze für elektrische Bauelemente und Metallflächen beispielsweise zur Abschirmung oder zur Bildung von Kapazitäten umfassen. Im Folgenden werden die in den Vertiefungen zu bildenden Leiterstrukturmuster allgemein Leiterbahnen genannt.
- 10

- Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, feinste Leitungsstrukturen, wie Leiterbahnen und gefüllte Sacklöcher, in einem Verfahrensschritt zu erzeugen und auf einfache Weise komplexe Schaltungsträger mit vielen Leitungsebenen aufzubauen, welche klein dimensionierte Leitungsstrukturen und eine immer höher werdende Verdrahtungsdichte aufweisen. Dadurch ist es möglich, Halbleiterbauelemente an die auf dem Schaltungsträger gebildeten Anschlussplätze selbst dann direkt elektrisch zu kontaktieren, wenn das Anschlussraster der entsprechenden Kontaktbumps auf den Bauelementen sehr gering ist. Derartige Bauelemente werden zunehmend in der Technik eingesetzt, da eine sehr hohe Integrationsdichte der Bauelemente selbst gefordert wird. Beispielsweise ist es somit möglich, Halbleiterbauelemente mit Ball-grid-array (BGA)- oder Fine-grid-array-Anschlussplatz-Matrix direkt zu kontaktieren.
- 15
- 20

- 25 Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, bei denen die Vertiefungen für Leiterbahnen und die Sacklöcher in zwei getrennten Schritten hergestellt werden müssen, so dass zusätzliche Positionier- und Ablationsschritte erforderlich sind, können alle Strukturen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem einzigen Verfahrensschritt hergestellt werden.
- 30

Das Dielektrikum wird auf das Tragelement vorzugsweise so aufgebracht, dass die Rauheit an der Phasengrenze zwischen dem Dielektrikum und dem Tragelement sehr gering ist. Dasselbe gilt für die Bildung weiterer Schaltungsebenen durch Aufbringen einer weiteren Dielektrikumlage auf bereits gebildete

Leiterbahnen und gefüllte Sacklöcher. Dies steht im Gegensatz zu herkömmlichen Schaltungsträgern, die als mit Kupfer kaschiertes Material hergestellt werden. Dadurch wird verhindert, dass sich unkontrollierte Impedanzschwankungen und insbesondere unerwünschte Kapazitäten in den Schaltungen ausbilden, so dass die Herstellung impedanzkontrollierter Schaltungen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne weiteres möglich ist.

Durch das Verfüllen der Sacklöcher und das Einlassen der Leiterbahnen in die Dielektrikumlage wird eine besonders gute Haftung der Metallschicht zum Dielektrikum erreicht. Es hat sich herausgestellt, dass in die Vertiefungen und Sacklöcher abgeschiedenes Kupfer an deren Wandungen gut haftet. Daher wird auch eine hohe Stabilität des gebildeten Schaltungsträgers gegenüber thermischen und mechanischen Belastungen erreicht. Dies wird u.a. auch dadurch erreicht, dass die Leiterbahnen durch die eingelassene Bauweise geringeren Scherkräften ausgesetzt sind als konventionelle Leiterbahnen an Außenlagen. Durch die Verfüllung der Vertiefungen und Sacklöcher weist der Schaltungsträger auch sehr gute Wärmedissipationseigenschaften auf. Darüber hinaus sind übliche Fehler an Durchsteigern, wie Dog-Bone-Pads oder Fan-Outs sowie Restringe, nicht zu beobachten. Darüber hinaus ist es möglich, impedanzkontrollierte Leitungsstrukturen zu erzeugen.

Dadurch dass das Metall ausschließlich additiv in die Vertiefungen und Sacklöcher im Dielektrikum abgeschieden wird, kann auf Ätzschritte zur Bildung der Leiterstrukturen verzichtet werden. Auch dadurch ist eine sehr viel bessere Definition der Leiterstrukturen und folglich eine feinere Strukturierung möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist preiswert und gut beherrschbar. Bei der Herstellung von Leiterplatten mit Mehrfachlagen nach herkömmlichen Methoden summieren sich Positionierfehler bei der optischen Erkennung, der Ausrichtung und dem Lageausgleich jeder einzelnen Lage auf. Die wachsende Summe dieser Abweichungen erfordert bei hoher Lagenanzahl Ausgleichskorrekturen. Bei feinen Leiterbahnen mit geringen Abständen im Mehrlagenaufbau entstehen daher technologische Herausforderungen. Dadurch wachsen die Prozesskosten mit der Lagenzahl und Schaltungsdichte. Diese Nachteile werden mit

dem erfindungsgemäßen Verfahren reduziert, wodurch die Ausschussquote und die Produktionskosten sinken. Denn durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens können zweilagige Strukturen, die durch einmalige Durchführung der vorgenannten Verfahrensschritte a) bis e) an jeder der beiden Seiten der Dielektrikumsschicht gebildet werden, vorteilhaft mittels einmaligen Positionierens durch galvanisches Kupfer-Auffüllen in einem Schritt erzeugt werden. Dabei werden zwei Positionierschritte und zwei galvanische Schritte auf je einen Schritt reduziert.

10 Die Herstellung feinsten Leitungsstrukturen gelingt insbesondere deshalb, da zur Kontaktierung verschiedener Leitungsstrukturebenen Sacklöcher verwendet werden. Dieser Umstand bietet eine Reihe von grundsätzlichen Vorteilen gegenüber der Verwendung von Durchgangslöchern.

15 Wie bekannt ist, müssen Durchgangslöcher in Abhängigkeit mit der Tiefe von vornherein mit einem größeren Durchmesser (mindestens 150 μm) konzipiert werden, da mit zunehmender Tiefe die Bildung einer durchkontaktierenden Metallschicht mittel nasschemischer Metallisierungsverfahren technisch schwieriger wird. Zusätzlich weisen Durchgangslöcher üblicherweise am oberen und
20 unteren Rand Lochringe zur Auflage von Resistmaterial, das zur Strukturierung des Leiterbildmusters benötigt wird, auf. Der ohnehin große Durchmesser der Löcher wird so weiter vergrößert mit der Konsequenz, dass entsprechend große räumliche Bereiche auf der Leiterplatte bzw. in den einzelnen Ebenen für die Bildung von Leitungsstrukturen nicht genutzt werden können.

25 Nachdem eine erste Leitungsstrukturebene durch die Bildung von Leitungsstrukturen, wie Leiterbahnen und gefüllten Sacklöchern, im Dielektrikum hergestellt wurde, können weitere Verfahrensschritte durchgeführt werden, wobei ein weiteres Dielektrikum auf das mit Leitungsstrukturen strukturierte Dielektrikum
30 des Trägermaterials aufgebracht wird, welches dann vorzugsweise nach den Verfahrensschritten b) bis e) behandelt wird, um eine weitere Leitungsstrukturebene herzustellen. Das weitere Dielektrikum kann dabei aus demselben oder einem anderen Material bestehen. Die beschriebenen Verfahrensschritte können je nach gewünschtem Aufbau des Schaltungsträgers entsprechend wieder-

holt werden. Abschließend kann eine Abschlussschicht auf die äußeren Leitungsebenen aufgebracht werden, beispielsweise um die freiliegenden Kupferoberflächen der Leiterbahnen gegen Korrosion oder beim Löten zu schützen. Hierzu kann ein üblicher Sekundärresist oder ein Permanentresist, insbesondere ein Lötstoplack, eingesetzt werden, der beispielsweise durch Photolithographie strukturiert wird.

Die erzeugten Leiterbahnen und gefüllten Sacklöcher haben vorzugsweise folgende Dimensionen: Breite der Leiterbahnen: $<10 - 80 \mu\text{m}$; Höhe der Leiterbahnen: $<10 - 50 \mu\text{m}$; Durchmesser der Sacklöcher: $<10 - 80 \mu\text{m}$, Länge der Sacklöcher: $50 - 130 \mu\text{m}$, wobei die maximale Höhe der Dicke des Dielektrikums entspricht. Das Dielektrikum hat typischerweise eine Dicke von $50 - 130 \mu\text{m}$.

Die Erzeugung von Vertiefungen und Sacklöchern im Dielektrikum umfasst dabei auch die Erzeugung von Kombinationen aus Vertiefungen und Sacklöchern, d.h. dass Vertiefungen erzeugt werden, in denen auch Sacklöcher gebildet werden. Dadurch werden nachfolgend Leitungsstrukturen gebildet, welche Leiterbahnen mit gefüllten Sacklöchern aufweisen. Die Sacklöcher können, wenn sie der Dicke des Dielektrikums entsprechen, Leiterbahnen verschiedener Leitungsebenen kontaktieren.

Nachdem die erste Leitungsebene hergestellt ist, kann das Tragelement, welches das Dielektrikum fixiert, von diesem gelöst werden. Das hat den Vorteil, dass der Aufbau weiterer Leitungsebenen auch bidirektional von beiden Seiten der ersten Leitungsebene durchgeführt werden kann, um eine weitere Erhöhung der Verdrahtungsdichte zu erreichen. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung verbleibt das Tragelement während der Bildung weiterer Leitungsebenen am Dielektrikum.

Das Tragelement kann beispielsweise aus einer Gruppe ausgewählt sein, umfassend eine Metalllage, eine Leiterplatte, etwa ein Multilayer, eine nichtleitende Lage und einen Chip. Das Trägermaterial hat vorzugsweise einen Sandwichaufbau.

Als Dielektrikum werden vorzugsweise FR4-Material, Hoch-Tg-FR4-Materialien, BT-Harze, Cyanatester-Harze, APPE, EPPO, LCP (Flüssigkristallpolymere), PTFE, Polyimid verwendet. FR4-Materialien sind besonders bevorzugt, da diese billiger und leichter und reproduzierbarer bearbeitbar sind als die meisten anderen Materialien.

Die vorgenannten Materialien sind insbesondere mit dimensionsstabilisierenden Füllstoffen, wie Laserglas (Isola, Dielektra) oder Thermount (DuPont), gefüllt. Diese Materialien sind vorteilhaft für die Maßstabilität des Mehrlagenaufbaus. Im Falle von Glaseinlagen hat sich gezeigt, dass durch die Verwendung von flachgewobenem Glas (Isola, Dielektra) mit UV-absorbierendem Überzug eine gleichmäßige Ablation möglich ist.

Zur Herstellung der Trägermaterialien können beispielsweise folgende Kombinationsmaterialien von einseitig kupferkaschiertem Material und Prepregs (mit Glasfasermatten verstärkte FR4-Harz-Lagen, noch nicht vollständig ausgehärtet (B-stage)) eingesetzt werden:

Tabelle 1: Beispiele für Kombinationen von Materialien

Einseitig kupferkaschiertes Laminat	Prepreg
A1. Laserpreg, Tg 170°C	B1. Laserpreg, Tg 170°C
A2. IS620, Tg 200°C	B2. IS620, Tg 200°C
A3. N4000-13, Tg > 210°C	B3. N4000-13, Tg > 210°C
A4. N4000-6 LD, Tg 175°C	B4. N400-6 LD, Tg 175°C
A5. N5000 BT, Tg 185°C	B5. N5000 BT, TG 185°C
A6. AKAFLEX KCL PI	B6. AKAFLEX KCL PI

Als Metalllage wird vorzugsweise eine Kupferlage oder eine Stahllage oder eine vernickelte Stahllage oder eine verkupferte Stahllage eingesetzt. Nickel und Kupfer können auf die Stahllage elektrochemisch aufgebracht werden. Die Me-

taillage kann beispielsweise strukturiert sein, beispielsweise mit einem üblichen Ätzverfahren, beispielsweise mit einem Print-and-Etch-Verfahren, oder mit einem Semi-Additiv-Verfahren.

- 5 Werden derartige Tragelemente verwendet, so können diese als Basis für Sacklöcher dienen. Dabei kann die Metalllage zur Bildung der Sacklöcher als Stopp-Punkt, d.h. als Landungsfläche, bei der Laserablation genutzt werden. Werden als Tragelemente Metalllagen, Leiterplatten oder Chips verwendet, können diese dann durch die gefüllten Sacklöcher kontaktiert werden. Im Falle
- 10 der Leiterplatten werden die Sacklöcher dort in das Dielektrikum eingebracht, wo sich auf der Leiterplatte Metallflächen befinden, die über die Sacklöcher elektrisch kontaktiert werden. Werden die Tragelemente später entfernt, etwa durch Abziehen einer vernickelten dimensionsstabilen Stahlage, können die durch die gefüllten Sacklöcher gebildeten freiliegenden Kontaktflächen an der
- 15 Unterseite der Dielektrikumlage für weitere Ankontaktierungen von elektrischen Bauelementen verwendet werden, beispielsweise Ball-grid-arrays. Somit wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gleichzeitig mit der Bildung der oberen Schaltungsebene auch eine zweite Schaltungsebene an der Unterseite des Trägermaterials gebildet. Gegebenenfalls kann das Dielektrikum nach dem
- 20 Entfernen des Tragelements nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ebenfalls strukturiert und mit einem Leiterbahn- und Lochmuster versehen werden.

Weitere Vorteile einer Metallbasislage sind:

- 25 a) Das Handling des Trägermaterials im Durchlaufverfahren in einem Horizontalplater ist leichter;
- b) Landungsfläche zur nächsten Schaltungsebene;
- c) Kupferreserve bei jedem Ätzschritt;
- d) Abdeckschicht auf BGA-Pads;
- 30 e) Strukturierbares Kupfer für Innenlagen-Schaltkreise auf durchkontaktiertem Dielektrikum;
- f) BGA-Kontaktpads in kürzester Verfahrensabfolge nach Abziehen der Stahlplatte.

Die Metallbasislage kann dann, wenn sie nicht zur Herstellung einer weiteren Schaltungsebene benötigt wird, nach Herstellung der oberen Schaltungsebene im Dielektrikum wieder entfernt werden, beispielsweise durch Abziehen einer vernickelten Stahlplatte oder durch Abätzen einer Kupferlage.

5

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auch mehrlagige Schaltungsträger durch Zusammenfügen einzelner erfindungsgemäß behandelter Trägermaterialien hergestellt werden, welche wahlweise durchgängig mit Massivmetall untereinander verbunden sind. Hierzu wird ein beidseitig mit Dielektrikum versehenes Tragelement eingesetzt, so dass Schaltungsebenen in erfindungsgemäßer Weise auf beiden Seiten des Tragelements gebildet werden können. Der Schaltungsträger ist mittels der Massivkupfer-Verbindungen zwischen den Lagen besonders verwindungs- und schockresistent, unanfällig gegen Temperaturwechsel und besitzt vorteilhafte Wärme-Dissipationseigenschaften.

10

15

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann das Tragelement auch ein Tragrahmen sein, welcher das Dielektrikum durch Einspannen in seiner Lage fixiert.

20

Das Dielektrikum wird vorzugsweise durch Laserablation oder Stempelprägen strukturiert. Die durch die Ablation erzeugten Vertiefungen und Sacklöcher sind vorzugsweise etwa V-förmig, wie Einkerbungen geformt. Dies erleichtert die galvanische Abscheidung von Metall in den Vertiefungen und Sacklöchern, da die Tiefe der Einkerbungen im Verhältnis zu deren Öffnungsweite gering ist.

25

Zur Laserablation kann Laserlicht entweder unfokussiert oder fokussiert auf das Dielektrikum gerichtet werden. Im ersteren Fall (Projektionsverfahren) wird zusätzlich eine Metallmaske verwendet, um die Ablationsstrukturen zu erzeugen. Der unfokussierte Laserstrahl wird in diesem Fall durch die feinsten Öffnungen mit dem zu erzeugenden Muster aufweisende Metallmaske geleitet. Im zweiten Fall (Direktfokussierung) wird der fokussierte Laserstrahl über die Oberfläche des Dielektrikums geführt, so dass die eingelassenen Strukturen und Löcher durch „Schreiben“ mit dem Laserstrahl gebildet werden. Zur Strukturierung des Dielektrikums werden Laser mit Laserwellenlängen insbesondere im UV- oder

30

blauen sichtbaren Bereich eingesetzt. Gut geeignete Laser weisen Laserwellenlängen von 193, 248, 308 und 355 nm auf. Geeignete Laser sind Ar-Ionenlaser oder Excimerlaser. FR4-Material lässt sich vorteilhaft im Projektionsverfahren mit einem Excimerlaser mit der Wellenlänge 308 nm bearbeiten.

5

Das Dielektrikumsmaterial wird vorzugsweise mit einem gepulsten Laser abgetragen. Dies hat den Vorteil, dass die Abtragsmenge des dielektrischen Materials reproduzierbar eingestellt werden kann, da jeder einzelne Laserpuls eine definierte Energiemenge beinhaltet. Um eine vorbestimmte Abtragstiefe zu er-

10

reichen, wird der Laserstrahl an einer bestimmten Bestrahlungsstelle mit einer vorher ermittelten Anzahl von Laserpulsen bestrahlt. Durch gezielte Einstrahlung einer bestimmten Laserenergiemenge in jedem einzelnen Puls kann auch ein schonender Abtrag des Materials erreicht werden. Beispielsweise kann die Energiemenge bei Abtragen des Materials, ausgehend von einem hohen Wert,

15

allmählich abgesenkt werden, so dass eine Schädigung des nicht abgetragenen Materials an den Loch- und Vertiefungswandungen weitgehend vermieden wird. Dadurch kann nicht nur dann eine definierte Tiefe des Sacklochs erreicht werden, wenn das Sackloch auf eine Metallbasislage trifft, sondern auch dann, wenn das Sackloch „blind“ im Dielektrikum endet.

20

Die Laserablation kann beispielsweise in einer Kreuzgang-Arbeitsweise durchgeführt werden. Hierzu wird auf dem Substrat ein erstes Bündel an Vertiefungen entweder im Projektionsverfahren oder durch Laser-Direktfokussierung gebildet, die vorzugsweise parallel zueinander ausgerichtet sind. Anschließend

25

wird ein zweites Bündel an Vertiefungen gebildet, die ebenfalls vorzugsweise parallel zueinander ausgerichtet sind, die die Vertiefungen des ersten Bündels schneiden und im Winkel von beispielsweise 90° zu diesen ausgerichtet sind. Beispielsweise können die Vertiefungen des ersten Bündels in einem ersten Laserschritt im Projektionsverfahren in das beispielsweise in einer Ebene lie-

30

gende Dielektrikum durch eine Strichmaske eingebracht werden. Bei anschließender Drehung des Dielektrikums oder der Strichmaske gegenüber der Strahlungseinrichtung werden die Vertiefungen des zweiten Bündels in einem weiteren Laserschritt erzeugt. An der Stelle, an der sich die Vertiefungen kreuzen, entstehen gleichzeitig Sacklöcher, da in diesen Bereichen durch die mehrfache

Laserablation mehr Material abgetragen wird als in den Vertiefungen außerhalb der Kreuzungspunkte. Die Sacklöcher können in Abhängigkeit von der eingestrahnten Energie des Lasers und des Materials des Dielektrikums eine Tiefe aufweisen, welche der Dicke des Dielektrikums entspricht.

5

Wenn das vorstehend beschriebene Verfahren mit Direktfokussierung des Lasers durchgeführt wird, können auch beliebige Schaltungsstrukturen mit Sacklöchern hergestellt werden: Hierzu wird der Laser über die zueinander parallelen Bahnbereichen auf dem Dielektrikum geführt, in denen Vertiefungen gebildet werden sollen. Der Laserstrahl wird im Unterschied zum vorstehend beschriebenen Prinzip jedoch nur dann auf das Dielektrikum gerichtet, wenn an der jeweiligen Stelle ein Leiterbahnabschnitt gebildet werden soll, während der Strahl abgeschaltet wird, wenn an der jeweiligen Stelle kein Abschnitt gewünscht ist.

10

15

Bei der Strukturierung mittels Stempelprägens werden Platten (Master), welche ein Relief der gewünschten Leitungsstrukturen auf der Oberfläche aufweisen, in das Dielektrikum gepresst, oder das Dielektrikum wird auf den Master aufgebracht, wobei die gewünschten Vertiefungen und Sacklöcher im Dielektrikum entstehen.

20

Nach dem Strukturieren wird die Grundsicht auf die Wandungen der Vertiefungen und Sacklöcher aufgebracht. Um eine verbesserte Haftfestigkeit der Metallschicht auf den Wandungen zu erreichen, können diese vor dem Aufbringen der Grundsicht auch erst vorbehandelt werden. Hierzu kann ein Plasma-Desmear-Verfahren eingesetzt werden, gefolgt von einem chemischen Reinigungsverfahren. Anstelle des Plasma-Desmear-Verfahrens können auch nass-chemische Polymer-Ätzverfahren angewendet werden, beispielsweise ein Ätzverfahren mit alkalischer Permanganatlösung, gefolgt von einem Reduktionsschritt zur Entfernung von gebildetem Braunstein. Zur Reinigung werden übliche Reiniger verwendet. Zusätzlich können die Wandungen auch konditioniert werden, um eine verbesserte Bildung der Grundsicht zu gewährleisten.

25

30

Die Grundsicht wird nach bekannten Verfahren durch Behandeln mit Metall- insbesondere Edelmetallaktivatoren, beispielsweise Palladiumaktivatoren, insbesondere PdCl_2/HCl - oder PdX_2 /organisches Schutzkolloid-Aktivatoren (Neopact[®], Atotech), oder Monomerlösungen zur Bildung leitfähiger Polymerschichten, beispielsweise Lösungen von Pyrrol oder Thiophen oder von deren Derivaten (Seleo[®], Atotech), oder Kohlenstoffsuspensionen (Shadow[®], Electrochemicals) oder durch Sputtern gebildet. Neopact[®] ist besonders geeignet zur Metallisierung von PTFE und Polyimid. Dabei ist es möglich, die Grundsicht nur auf die erzeugten Strukturen oder vollflächig aufzubringen.

10

Durch die Grundsicht werden die Vertiefungen und Sacklöcher vorzugsweise dreidimensional, d.h. auch an den Wandungen der Vertiefungen und Löcher, aktiviert.

15

Die vollflächige Grundsicht kann in einer Ausführungsform der Erfindung an den zuvor nicht durch Laserablation strukturierten Stellen wiederum entfernt werden, beispielsweise durch Laserablation, so dass die Grundsicht nur noch in den Vertiefungen und Sacklöchern zurückbleibt. Bei dem nachfolgenden Aufbringen der Metallschicht wird diese dann nur in den gewünschten Bereichen

20

Anstelle des Schrittes – Aufbringen einer Grundsicht – können bei Verwendung geeigneter Dielektrika die Vertiefungen und Sacklöcher beispielsweise auch mit Bestrahlung, beispielsweise UV-Licht, für die nachfolgende Metallisierung vorbereitet, d.h. aktiviert werden. Beispielsweise können hierzu Substanzen auf den Boden und die Wandungen der Vertiefungen und Sacklöcher aufgebracht werden, die durch Laserbestrahlung elektrisch leitfähig werden. Beispielsweise weisen organische Polymere, wie Bis-(ethylthioacetylen), derartige Eigenschaften auf.

25

30

Anschließend wird die Metallschicht stromlos und/oder galvanisch (nasschemisch) auf der Grundsicht abgeschieden und zwar so, dass die Vertiefungen und Sacklöcher vollständig mit Metall gefüllt sind. Dabei können reine Metalle oder Metalllegierungen abgeschieden werden. Vorzugsweise werden Kupfer

- oder Kupferlegierungen abgeschieden. Grundsätzlich sind auch andere Metalle geeignet, wie beispielsweise Silber, Palladium, Nickel, Kobalt, Zinn, Blei, deren Legierungen untereinander und deren Legierungen mit anderen Elementen, wie Antimon, Phosphor und Bor. Das Metall kann elektrochemisch entweder mittels
- 5 Gleichstrom oder Pulsstrom (unipolar, reverse pulse) abgeschieden werden. Zur chemischen (stromlosen) Abscheidung werden übliche Kupferbäder eingesetzt, beispielsweise Bäder, die Formaldehyd als Reduktionsmittel und EDTA oder Tartrat als Komplexbildner enthalten.
- 10 Zur gleichmäßigen elektrochemischen Abscheidung von Kupfer in den Vertiefungen und Sacklöchern werden Bäder bevorzugt, die eine geringe Streufähigkeit zum Füllen der Sacklöcher und die Fähigkeit aufweisen, wie beim Pattern-Plating Strukturen gleichmäßig zu füllen. Bei Verwendung von galvanischen Kupferbädern zur Bildung der Metallschicht werden beispielsweise übliche Kup-
- 15 ferelektrolyte verwendet, beispielsweise ein schwefelsaures Kupferbad. In dem schwefelsauren Kupferbad wird vorzugsweise eine Kupferkonzentration eingestellt, welche an der Löslichkeitsgrenze liegt. Es können Konzentrationen von 20 bis zu 40 g/L Kupfer (vorzugsweise als Kupfersulfat) eingesetzt werden. Weiterhin können Schwefelsäure mit einer Konzentration von bis zu 220 g/L
- 20 sowie Disulfid-Verbindungen, z.B. Bis-(3-sulfopropyl)-disulfid Dinatriumsalz mit einer Konzentration von 0,3 bis 2 ml/L enthalten sein. Zusätzlich können Einebner, z.B. Polyalkylenalkoxylate und deren Alkyl-/Cycloalkyl-Derivate in einer Konzentration von 13 – 18 ml/L verwendet werden.
- 25 Zum gleichmäßigen Metallisieren werden die Trägermaterialien im Vertikalverfahren behandelt und besonders vorteilhaft im Horizontalverfahren, wobei der Elektrolyt zum Material mit hoher Rate und mit Mikroumwälzung zugeführt wird.
- 30 Falls die Grundsicht vollflächig auf das Dielektrikum aufgebracht und daher Metall bei der nasschemischen Abscheidung nicht nur in den Vertiefungen und Sacklöchern gebildet worden ist, muss überschüssiges Metall (Kupfer) auf der Dielektrikumsoberfläche gemäß Verfahrensschritt e) wieder abgetragen werden. Beim Abtragen wird eine planarisierte Oberfläche mit Leiter- (Kupfer) und Dielektrikumsflächen gebildet. Der Ätzschritt wird vorzugsweise bei einer

Temperatur im Bereich von 25 bis 45°C durchgeführt. Zum Ätzen wird vorzugsweise eine chemische Ätzlösung eingesetzt. Alternativ kann aber auch ein elektrochemisches Ätzverfahren eingesetzt werden, bei dem entweder Gleichstrom oder Pulsstrom (unipolar, reverse pulse) angewendet wird. Selbstverständlich

5 kann auch eine Kombination von elektrochemischem und chemischem Ätzen angewendet werden, etwa ein elektrochemisches Verfahren zur Entfernung des größten Teils des überschüssigen Metalls und zum Abätzen der durch elektrochemisches Ätzen entstandenen Metallinseln ein chemischer Nachätzschritt. Vor dem Ätzen kann die Oberfläche auch leicht angebürstet werden, um eine

10 Nivellierung der Metalloberfläche zu erreichen. Alternativ kann auch ein chemisch-mechanisches Polierverfahren eingesetzt werden, etwa das von S.Kondo et al. in: J. Electrochem. Soc., 147, 2907 (2000) beschriebene Verfahren.

Eine selektive Metallisierung des strukturierten Dielektrikums kann auch mittels

15 abziehbarer oder ablösbarer Abdecklagen, insbesondere mit Hilfe von Galvanoresisten durchgeführt werden. In diesem Falle wird die auf die Resistoberfläche aufgebraachte Grundsicht und gegebenenfalls eine erste Anschlagkupferschicht (chemisches Kupfer) durch Abziehen des Resists wieder entfernt.

20 Die Metallschicht sowie die Grundsicht können mittels Polierens und/oder chemischen Rückätzens und/oder elektrochemisches Rückätzens und/oder Elektropolierens und/oder Pulselektrolyse abgetragen werden.

Zum Rückätzen können Ätzlösungen auf der Basis von FeCl_3/HCl , CuCl_2/HCl

25 oder eine ammoniakalische Ätze eingesetzt wird. Weiterhin können Lösungen mit Peroxomonosulfat und/oder Peroxodisulfat sowie H_3PO_4 zum chemischen Polieren und/oder Elektropolieren eingesetzt werden. Hierzu wird vorteilhaft die Horizontaltechnik eingesetzt.

30 In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung können auf der Metallschicht Funktionsschichten beispielsweise zur elektrischen Kontaktierung über Kontaktfinger und zum Ankontaktieren von Chips aufgebracht werden. Technisch vorteilhaft sind dabei Funktionsschichten für Ball-Grid-Arrays und Fine-Grid-Arrays.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl in Horizontal- als auch in Vertikaltechnik eingesetzt werden. Bei der Horizontaltechnik werden die Trägermaterialien in horizontaler Richtung durch eine Behandlungsanlage hindurchgeführt. Im Falle der Vertikaltechnik wird das Material senkrecht in die Behandlungsbehälter eingesenkt. Das Verfahren wird vorzugsweise in Horizontalanlagen angewendet. Der Vorteil dieser Technik besteht sowohl im einfacheren Handling der sehr empfindlichen Trägermaterialien als auch in der Möglichkeit, Reinstaubbedingungen nur in den für die Horizontaltechnik eingesetzten gekapselten Anlagen einzustellen. Somit werden die Kosten für die Herstellung der höchstintegrierten Schaltungsträger erheblich verringert.

Eine besonders geeignete erste Verfahrensvariante zur Herstellung von Mehrfach-Schaltbildebene mit elektrisch leitenden Strukturen weist folgende Verfahrensschritte auf:

- a) Es wird von einem Dielektrikum ausgegangen, das wahlweise eine vorläufige Metallbasislage aufweist; die Metallbasislage besteht insbesondere aus Stahl oder ist ein vernickeltes Stahlblech, sie kann auch aus Kupfer allein oder aus mit Kupfer galvanisiertem Metall bestehen.
- b) In das Dielektrikum werden Vertiefungen für Leiterbahnen und Sacklöcher eingebracht; die Vertiefungen werden bis zur Metallbasislage eingebracht, um eine leitende Verbindung zu einer auf der Seite der Metallbasislage zu erstellenden Schaltbildebene herzustellen; die Sacklöcher können wahlweise in die Vertiefungen eingelassen sein; die Metallbasislage dient als Landungsfläche beim Lasern der Sacklöcher und teilweise auch als Stromträger beim Metallisieren.
- c) Die Wandungen der Vertiefungen und Sacklöcher werden mit einer Grundsicht aktiviert.
- d) Auf die Grundsicht wird in den Vertiefungen und Sacklöchern ganzvolumig Metall galvanisch abgeschieden.
- e) Überschüssiges Metall wird wieder abgetragen.

- f) Weitere Schaltbildebene können aufgebaut werden; insbesondere kann ein Mehrlagenschaltungsträger hergestellt werden, der bidirektional aufgebaut ist.
- g) Auf der Basismetallseite des Schaltungsträgers können im Dielektrikum technisch vorteilhafte Ankontaktierungsflächen für Ball-grid-arrays und Fine-grid-arrays gebildet werden.
- h) In das Schaltungsträger-Dielektrikum können Chips eingebettet werden (Chip-in-Polymer-Technik); ebenso können Chips auch in einen Sekundär-Photoresist oder in einen Permanentresist, der auf den Schaltungsträger als Abschlussschicht aufgebracht wird, eingebettet werden; in diesem Fällen können elektrische Anbindungen an Kontaktierungsstellen auf dem Chip zu Leiterbahnen auf dem Schaltungsträger gebildet werden; hierzu können insbesondere weitere Sacklöcher zu den Kontaktierungsstellen auf dem eingebetteten Chip in das Einbettmaterial eingebracht werden, die die Anbindungen herstellen.

In einer zweiten Verfahrensvariante zur Herstellung von Mehrfach-Schaltbildebene mit elektrisch leitenden Strukturen wird von einem Dielektrikum ausgegangen, das auf eine strukturierte Außenlage eines Multilayers, die als Basislage verwendet wird, ausgegangen. Die Vertiefungen und Sacklöcher werden in einer ersten Ebene in das Dielektrikum gemäß vorgenanntem Verfahrensschritt b) eingelassen. Zur leitenden Verknüpfung der Schaltbildebene sind bis zur Multilayer-Außenlage durchreichende Sacklöcher in das Dielektrikum gebohrt.

In einer weiteren Fortbildung der vorstehenden Ausführungsformen wird eine zusätzliche Lage eines Dielektrikums, eines Sekundärresists oder eines Permanentresists auf den bis dahin fertig gestellten Schaltungsträger aufgebracht.

Zur weiteren näheren Erläuterung der Erfindung dienen nachfolgende Figuren, die einzelne Bauteiltypen der gebildeten sandwichartigen Schaltungsträger darstellen:

Fig. 1a Bauteil Type 0 mit zwei Dielektrikumsebenen und zwei Schaltbildebene;

- Fig. 1b** Bauteil Type 1 mit drei Dielektrikumsebenen und zwei Schaltbild-
ebenen;
- Fig. 1c** Bauteil Type 2 mit zwei Dielektrikumsebenen und drei Schaltbild-
ebenen;
- 5 **Fig. 1d** Bauteil Type 3 mit drei Dielektrikumsebenen und drei Schaltbild-
ebenen;
- Fig. 1e** Bauteil Type 4 mit einem Multilayer als Tragelement und entweder
einseitigem oder bidirektionalem Aufbau mit einer oder zwei Di-
elektrikumsebenen und jeweils zwei Schaltbildebeneen;
- 10 **Fig. 2** Schematische Darstellung der Verfahrensschritte **b)** bis **f)** beim
Aufbau eines Multilayers;
- Fig. 3** Schematische Darstellung beim Aufbau eines Multilayers entspre-
chend **Fig. 2** unter Verwendung einer strukturierten Metalllage **7**;
- Fig. 4** Schematische Darstellung beim Aufbau eines Multilayers entspre-
chend **Fig. 2** mit zusammengefassten Verfahrensschritten;
- 15 **Fig. 5** Schematische Darstellung beim Aufbau eines Multilayers entspre-
chend **Fig. 2**, unter Verwendung einer Leiterplatte als Tragele-
ment **7**;
- Fig. 6** Darstellung eines gefüllten Sackloches und einer Leiterbahn im
Querschnitt mittels Elektronenmikroskopie nach dem Metallisie-
ren;
- 20 **Fig. 7** Darstellung von zwei bzw. drei Leiterbahnen mittels
Elektronenmikroskopie nach dem Metallisieren;
- Fig. 8** Darstellung einer Draufsicht auf ein galvanisiertes Dielektrikum mit
hervortretendem Kupfer nach dem Metallisieren;
- 25 **Fig. 9** Darstellung einer Draufsicht auf das galvanisierte Dielektrikum mit
hervortretendem Kupfer bei sich kreuzenden Leiterbahnen nach
dem Metallisieren;
- Fig. 10** Darstellung einer Draufsicht auf das galvanisierte Dielektrikum mit
hervortretenden Kupferschichten bei einem gefüllten Sackloch
nach dem Metallisieren;
- 30 **Fig. 11** Darstellung eines galvanisierten, strukturierten Dielektrikums nach
dem Ätzen des Kupferüberschusses.

Zur Herstellung des Bauteils Type 0 gemäß **Fig. 1a** wird von einem Schaltungsträger mit in eine Dielektrikumlage eingelassenen Leitungsstrukturen (Leiterbahnen und Sacklöchern) auf einem Tragelement ausgegangen. Das Tragelement kann eine Kupferfolie, ein vernickeltes oder nicht vernickeltes Stahlblech oder ein anderer Träger sein. Auf die Dielektrikumlage wird nach dem Herstellen der oberen Schaltungsebene ein Prepreg aufgebracht. Alternativ dazu können auch Montage-Endschichten auf die Kupferstrukturen der Leiterbahnen und gefüllten Sacklöcher abgeschieden werden. Die zweite Dielektrikumlage kann wiederum in erfindungsgemäßer Weise strukturiert werden, und/oder es können weitere Lagen auflaminiert werden. Alternativ dazu können auch Endschichten auf die Kupferoberflächen abgeschieden werden (surface finishing), die zur Oberflächenmontage von Chip Size-Packages geeignet sind.

Zur Herstellung des Bauteils Type 1 gemäß **Fig. 1b** wird von dem Bauteil Type 0 ausgegangen und die an der Unterseite des Schaltungsträgers vorhandene Kupferschicht, die als Metallbasislage dient, zur Herstellung von Leiterzügen strukturiert. Dann können an dieser Stelle weitere Schaltungsebenen durch Auflaminieren von Prepregs und deren Strukturierung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden.

Zur Herstellung des Bauteils Type 2 gemäß **Fig. 1c** wird wiederum vom Bauteil Type 0 ausgegangen und die obere Dielektrikumlage durch Einbringen von weiteren Sacklöchern und Leiterbahnvertiefungen strukturiert. Anschließend wird eine Dielektrikums/Montage-Endschicht auf die letzte gebildete Schaltungsebene aufgebracht. Diese Dielektrikumsschicht kann ebenso strukturiert werden. Schließlich wird wiederum die an der Unterseite des Schaltungsträgers als Metallbasislage dienende Kupferschicht zur Bildung von Leiterbahnen strukturiert. Alternativ kann die Kupferbasislage auch durch Ätzen entfernt werden. Alternativ dazu können auch Endschichten auf die Kupferoberflächen abgeschieden werden (surface finishing), die zur Oberflächenmontage von Chip Size-Packages geeignet sind.

Zur Herstellung des Bauteils Type 3 gemäß **Fig. 1d** wird von dem Bauteil Type 1 ausgegangen. Die Dielektrikumlage wird auf beiden Seiten nach dem erfin-

dungsgemäßen Verfahren strukturiert. Dabei werden Leiterbahnen und Sacklöcher gebildet. Im Anschluss daran können weitere Lagen aufgebaut oder eine an der Unterseite des Schaltungsträgers vorhandene Kupferschicht weggeätzt werden.

5

Zur Herstellung der Bauteile Type 4 gemäß **Fig. 1e** wird von einem Multilayerkern ausgegangen, der gegebenenfalls beidseitig Leiterbilder aufweist. In diesem Falle werden entweder beidseitig oder nur einseitig Dielektrikumsschichten auf die Außenseiten des Multilayers aufgebracht und die Dielektrikumsschichten in erfindungsgemäßer Weise strukturiert. Im unteren Ausführungsbeispiel der **Fig. 1e** ist auf der Oberseite des Multilayers eine zweite Dielektrikumsschicht aufgebracht worden, nachdem die erste Dielektrikumsschicht strukturiert und die Leiterbahnen und gefüllten Sacklöcher gebildet waren.

15

Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau einer Leitungsstrukturebene beim Aufbau eines Multilayers, wobei die Verfahrensschritte **b)** bis **f)** des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Behandlung des Trägermaterials, bestehend aus Dielektrikum **6** und Tragelement **7**, welches als Metalllage **7** ausgebildet ist, bis hin zum Entfernen der Metalllage **7** dargestellt werden. In **b)** wurde mittels Laserablation das Dielektrikum **6** strukturiert, wobei Vertiefungen **2** und Sacklöcher **1** und Vertiefungen mit Sackloch **3** gebildet wurden, wobei die Sacklöcher **1** und die Vertiefungen mit Sackloch **3** bis auf die Metalllage **7** reichen. In **c)** wurden die Vertiefungen **2**, die Sacklöcher **1** und die Vertiefungen mit Sackloch **3** mit einer Grundschrift **4** beschichtet und anschließend in **d)** galvanisch metallisiert und dabei gänzlich mit Metall **5** gefüllt. Auf der Oberfläche des Dielektrikums **6** bildete sich ebenfalls eine Metallschicht **5**. Die Metalllage **7** wurde hier zur Ankontaktierung benutzt und dabei metallisiert. Zunächst wurde eine Kupferschicht chemisch aufgebracht, um eine erste elektrisch leitende Metallschicht zu bilden. Dann konnte auch galvanisch Metall abgeschieden werden. Dadurch konnten auch die Vertiefungen **2** über die Sacklöcher **1** und die Metalllage **7** kontaktiert werden. Nach dem Entfernen des überschüssigen Metalls **5** durch Rückätzen in **e)**, wurde in **f)** eine weitere Lage Dielektrikum **6'** aufgebracht und so ein Multilayer aufgebaut. Im letzten Schritt wurde die Metalllage **7** entfernt.

20

25

30

In dieser Ausführungsform der Erfindung dient die Metalllage 7 des Trägermaterials vorläufige Abdeckung für die hindurchreichenden Strukturen der Sacklöcher 1 und Vertiefungen mit Sackloch 3. Die Metalllage 7 ermöglicht dabei eine einfache Metallisierung durch direkte Ankontaktierung. Gleichzeitig dient die Metalllage 7 auch als Landungsfläche bzw. Basis der Laser-Bohrlöcher, da der Laser die Metalllage 7 nicht entfernen kann. Zusätzlich kann die Metalllage 7 eine Schaltbild-Option mittels konventioneller Photostrukturierung bilden. Die Metalllage 7 kann auch zusammen mit dem auf ihr abgeschiedenen Metall, vorzugsweise am fertig gestellten Multilayer, abschließend rückgeätzt werden, wobei die Kontaktflächen der gefüllten Sacklöcher freigelegt werden. In dieser Ausführungsform werden letztgenannte Kontaktflächen als Ball-Grid-Array (BGA) – Pads ausgebildet. Dog-Bone-Pads, Fan-Outs und Restringe können sich im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren mit dieser neuen Technologie nicht bilden.

Fig. 3 zeigt schematisch den Aufbau einer Leitungsstrukturebene beim Aufbau eines Multilayers, entsprechend **Fig. 2**, wobei die Metalllage 8 eine glanzvernickelte Grundmetall- oder polierte Stahl-Platte mit einer aufgalvanisierten Kupferschicht 7 darstellt. Im Gegensatz zu **Fig. 2** werden die Metalllage 8 und die Kupferschicht 7 bereits in **e)** beim Rückätzen entfernt. Dadurch wird das Verfahren abgekürzt.

Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau einer Leitungsstrukturebene beim Aufbau eines Multilayers, entsprechend **Fig. 2**, wobei die Verfahrensschritte **c)** und **d)** in einem Schritt zusammengefasst werden, wodurch sich die Effizienz des Verfahrens weiter erhöht.

Fig. 5 zeigt schematisch den Aufbau einer Leitungsstrukturebene beim Aufbau eines Multilayers, wobei die Darstellung prinzipiell der **Fig. 2** entspricht. Als Tragelement wird eine Leiterplatte 9 mit einer strukturierten Kupfer-Außenlage 10 genutzt. In einem vorgeschalteten Schritt wird das Dielektrikum 6 auf die strukturierte Kupfer-Außenlage 10 aufgebracht. Wie in **Fig. 2** beschrieben, folgen dann die Strukturierung des Dielektrikums, Aufbringen der Grundschrift bzw. Aktivierung und Metallisierung entsprechend den Schritten **b)** – **d)**. An-

schließlich werden in **e)** das überschüssige Metall **5** entfernt und in **f)** ein weiteres Dielektrikum **6'**, wie in **Fig. 2** beschrieben, aufgebracht.

In dieser Ausführungsform der Erfindung sind ein Teil der eingelassenen Sacklöcher und Vertiefungen mit Sackloch so ausgebildet, dass sie bis herunter zur strukturierten Kupfer-Außenlage **10** reichen und Teile der strukturierten Kupfer-Außenlage **10** ankontaktieren.

Im Folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele zur Herstellung von Schaltungsträgern im Detail beschrieben.

Das verwendete Trägermaterial ist eine Folie (Isofoil 160i) bestehend aus einer 18 µm dicken Kupfer-Schicht auf einem 65 µm dicken Dielektrikum (FR4-Harz B-Stage). Zunächst wurden gleiche Stücke des Trägermaterials mittels eines Aushärtezyklus vorbehandelt:

Aufheizen 40 min 25-180°C

Aushärten 90 min 180°C

Abkühlen 90 min 180-25°C

und anschließend das erfindungsgemäße Verfahren gemäß den Schritten **a)** bis **e)** durchgeführt.

Zur Strukturierung des Dielektrikums wurde ein LPKF Excimer-Laser mit Projektionstechnik bei einer Wellenlänge von 308 nm in Kreuzgang-Arbeitsweise verwendet, wobei Metallmasken mit Linien-Design eingesetzt wurden. Nach der ersten Laserablation wurde die Maske um 90° gedreht und in die zweite Projektionsrichtung gelasert. Dabei erhielten die Kreuzungspunkte die doppelte Energie, wobei die entstehenden Sacklöcher bis herunter zur Kupferschicht ausgebildet wurden.

Folgende Schritte wurden mit gleichem Ausgangsmaterial, welches wie oben beschrieben vorbereitet worden war, durchgeführt, wobei das Dielektrikum in Beispiel 1 abweichend von Beispiel 2 mittels Laser strukturiert wurde.

a) Bereitstellen des Trägermaterials für die Beispiele 1 und 2

b) Laserablation bei Beispiel 1:

5

Maske mit Spaces / Lines-Abmessungen von 35 μm / 40 μm .
250 Pulse mit je 650 mJ in jede Projektionsrichtung

b) Laserablation bei Beispiel 2:

10

Maske mit Spaces / Lines-Abmessungen von 110 μm / 250 μm .
150 Pulse mit 650 mJ in der ersten Projektionsrichtung,
350 Pulse mit 650 mJ in der zweiten Projektionsrichtung

15 c) Aufbringen der Grundschrift bei den Beispielen 1 und 2:

DS-PTH Verfahrensablauf Vertikal:

	Queller Securiganth® (Atotech)	2 min bei 77°C
20	Permanganat-Ätze (Atotech)	8 min bei 70°C, Ultraschall
	Reduktor Conditioner (Atotech)	5 min bei 48°C
	Reiniger Securiganth®	5 min bei 57°C
	Ätzreiniger Securiganth®	2 min bei 25°C
	Pre-dip Neoganth®	1 min bei 25°C
25	Aktivator Neoganth®	5 min bei 39°C
	Reduktor Neoganth®	5 min bei 30°C
	Chemisch Kupfer	
	Printoganth® (Atotech)	30 min bei 32°C

30 d) Aufbringen der Metallschicht bei den Beispielen 1 und 2
Metallisierungsbedingungen in Vertikaltechnik:

	Reiniger Cupra Pro (Atotech)	5 min bei 39°C
	Ätzreiniger Securiganth®	30 sec bei 28°C

Dekapieren (10 Gew.-%ige H_2SO_4) 2 min bei 25°C

Galvanisieren mit

- 5 Cupracid® (Atotech) bei einer
Stromdichte von 1 A/dm², 27°C

e) Abtragen der Metallschicht bei den Beispielen 1 und 2:

- 10 Das überschüssige Metall wurde in zwei Verfahrensschritten vollständig abgeätzt, wobei die Leitungsstrukturen erhalten blieben.

Im ersten Schritt wurde eine Horizontal-Anlage verwendet:

- 15 Ätzmaschine Pill
Eisenchlorid/Salzsäure, 35°C
1.2 m/min, 4.6 µm Abtrag

Im zweiten Schritt wurde eine Vertikal-Anlage verwendet:

- 20 Vertikal-Modul
Kaliumhydrogenperoxomonosulfat, 28°C
1.7 µm/min Abtrag

- 25 **Fig. 6** zeigt ein gefülltes Sackloch (links) und eine Leiterbahn (rechts) mit einer darüber hinausgehenden Metallschicht im Querschnitt mittels Elektronenmikroskopie nach dem Metallisieren, wobei beim Metallisieren mit einem schwefelsauren Kupferbad 0,3 ml/L Glanzzusatz (Atotech) und 13 ml/L Grundeinebner (Atotech) dem Metallisierungsbad zugesetzt wurden. Die Leiterbahn ist bis zur Ebene des Tragelementes eingelassen und mit Metall gefüllt.
- 30

Fig. 7 zeigt im linken Bild zwei Leiterbahnen und im rechten Bild drei Leiterbahnen mit einer darüber hinausgehenden Metallschicht im Querschnitt mittels Elektronenmikroskopie nach dem Metallisieren, wobei beim Metallisieren mit

einem schwefelsauren Kupferbad 0,8 ml/L Glanzzusatz (Atotech) und 14 ml/L Grundeinebner (Atotech) dem Metallisierungsbad zugesetzt wurden.

5 **Fig. 8** zeigt eine Draufsicht auf ein galvanisiertes Dielektrikum mit hervortretendem Kupfer an den Stellen der gefüllten Vertiefungen und Sacklöcher nach dem Verkupfern, wobei beim Metallisieren 0,8 ml/L Glanzzusatz (Atotech) und 14 ml/L Grundeinebner (Atotech) dem Metallisierungsbad zugesetzt wurden.

10 **Fig. 9** zeigt eine Draufsicht auf das galvanisierte Dielektrikum in größerer Vergrößerung als **Fig. 8** mit hervortretendem Kupfer an den Stellen der Leiterbahnen und den Kreuzungspunkten der Leiterbahnen, wobei beim Verkupfern 0,9 ml/L Glanzzusatz (Atotech) und 16 ml/L Grundeinebner (Atotech) dem Metallisierungsbad zugesetzt wurden.

15 **Fig. 10** zeigt eine Draufsicht auf das galvanisierte Dielektrikum mit hervortretendem Kupfer in der Umgebung eines gefüllten Sackloches in einer Leiterbahn nach dem Metallisieren, wobei beim Verkupfern 0,9 ml/L Glanzzusatz (Atotech) und 16 ml/L Grundeinebner (Atotech) dem Metallisierungsbad zugesetzt wurden. Es ist zu sehen, dass eine gute Einebnung stattgefunden hat.

20

Fig. 11 zeigt eine Draufsicht auf ein strukturiertes, galvanisiertes Dielektrikum nach zweimaligem Ätzen des Kupferüberschusses. Der Überschuss wurde vollständig abgetragen, wobei die Leitungsstrukturen erhalten blieben.

Bezugszeichen:

	1	Sackloch
5	2	Vertiefung
	3	Vertiefung mit Sackloch
	4	Grundsicht
	5	Metall (Kupfer)
	6,6'	Dielektrikum
10	7	Tragelement, Metalllage
	8	Kupferschicht
	9	Leiterplatte
	10	strukturierte Kupfer-Außenlage
	11	Ball-grid-array

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Behandeln eines Trägermaterials, umfassend ein Tragelement und ein Dielektrikum, zur Herstellung von Schaltungsträgern, das die folgenden Schritte aufweist:
 - a) Bereitstellen des Trägermaterials,
 - b) Strukturieren des Dielektrikums durch Erzeugen von Vertiefungen und Sacklöchern in dem Dielektrikum,
 - c) Vollflächiges Aufbringen einer Grundsicht auf das Dielektrikum oder Aufbringen der Grundsicht nur in den erzeugten Vertiefungen und Sacklöchern,
 - d) Aufbringen einer Metallschicht auf die Grundsicht, wobei die Vertiefungen und die Löcher zur Bildung von Leitungsstrukturen vollständig mit Metall gefüllt werden, und
 - e) Abtragen der Metallschicht sowie der Grundsicht bis zum Freilegen des Dielektrikums, wenn die Grundsicht in Schritt c) vollflächig aufgebracht worden ist, wobei die Leitungsstrukturen erhalten bleiben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement nach Schritt e) vom Dielektrikum gelöst wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt e) einmalig oder mehrmalig folgende weitere Schritte durchgeführt werden:
 - f) Aufbringen eines weiteren Dielektrikums auf das mit Leitungsstrukturen strukturierte Dielektrikum des Trägermaterials und
 - g) Wiederholen der Schritte b) bis e).

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Verfahrensschritt e) oder g) eine Abschlussschicht aufgebracht wird.
- 5 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dielektrikum mittels Laserablation oder Stempelprägens strukturiert wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundsicht durch Behandeln mit Metallaktivatoren oder Monomerlösungen zur Bildung leitfähiger Polymerschichten oder Kohlenstoffsuspensionen oder durch Sputtern aufgebracht wird.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht stromlos und/oder galvanisch gebildet wird.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht sowie die Grundsicht mittels Polierens und/oder chemischen Rückätzens und/oder elektrochemischen Rückätzens und/oder Elektropolierens abgetragen wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung von Vertiefungen und Sacklöchern im Dielektrikum in Schritt b) die Erzeugung von Vertiefungen, welche auch Sacklöcher aufweisen, einschließt.
- 30 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement aus einer Gruppe ausgewählt ist, umfassend eine Metalllage, eine Leiterplatte, eine nicht-leitende Lage und einen Chip.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalllage eine Kupferlage oder eine Stahllage oder eine vernickelte Stahllage oder eine verkupferte Stahllage ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalllage strukturiert wird.

5 13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement die Basis der zu erzeugenden Sacklöcher bildet.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement ein Tragrahmen ist.

10 15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Metallschicht Funktionsschichten zur elektrischen Kontaktierung von elektrischen Bauelementen aufgebracht werden.

15 16. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche in Horizontalanlagen.

Verfahren zum Behandeln von Trägermaterial zur Herstellung von Schaltungsträgern und Anwendung des Verfahrens

5 Zusammenfassung:

Es werden ein Verfahren zum Behandeln von Trägermaterial, umfassend ein Tragelement und ein Dielektrikum, zur Herstellung von Schaltungsträgern sowie die Anwendung des Verfahrens vorgeschlagen, wobei im Verfahren nach dem Bereitstellen des Trägermaterials (a) das Dielektrikum durch Erzeugen von Vertiefungen und Sacklöchern strukturiert wird (b). Anschließend wird entweder vollflächig eine Grundsicht auf das Dielektrikum aufgebracht oder nur in den erzeugten Vertiefungen und Sacklöchern (c). Auf die Grundsicht wird eine Metallschicht aufgebracht, wobei die Vertiefungen und die Löcher zur Bildung von Leitungsstrukturen vollständig mit Metall gefüllt werden (d). Abschließend werden das überschüssige Metall sowie die Grundsicht bis zum Freilegen des Dielektrikums, wenn die Grundsicht vollflächig aufgebracht worden ist, abgetragen, wobei die Leitungsstrukturen erhalten bleiben (e).

20 (Fig. 2)

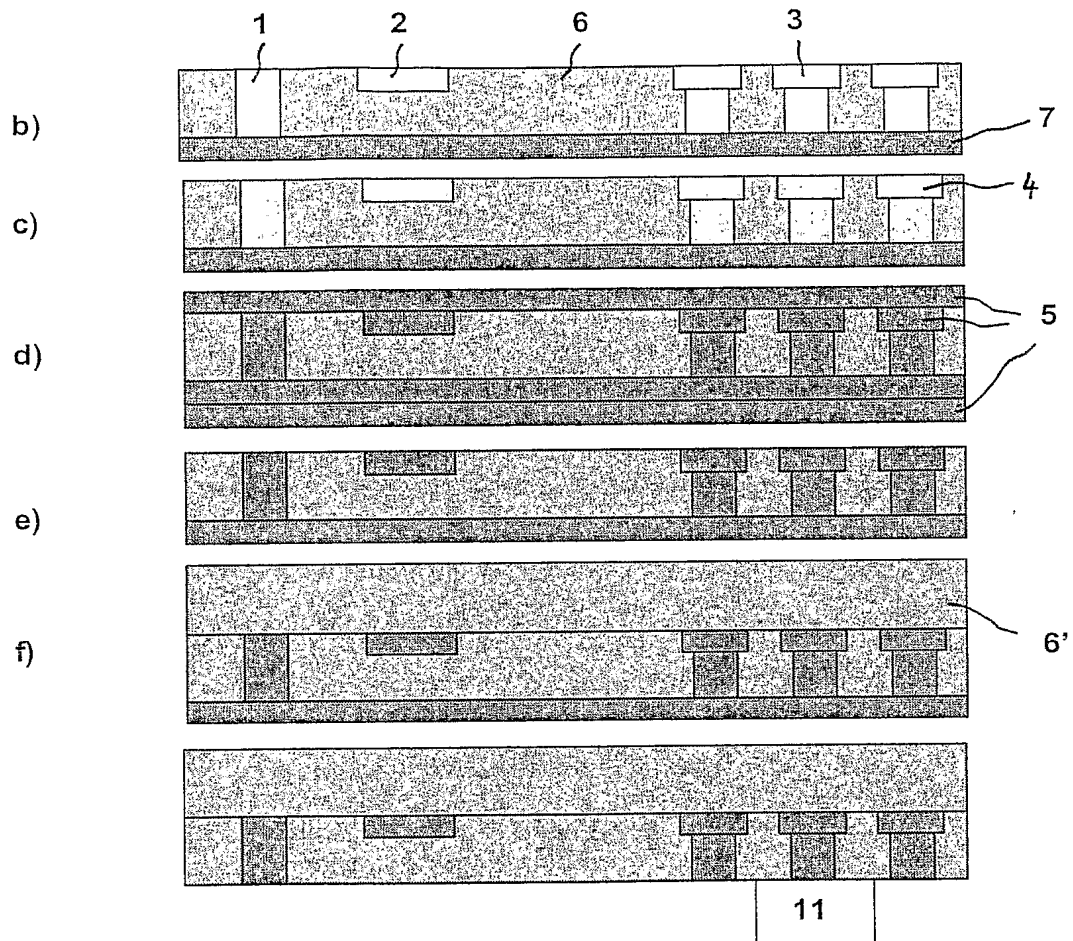


Fig. 1a

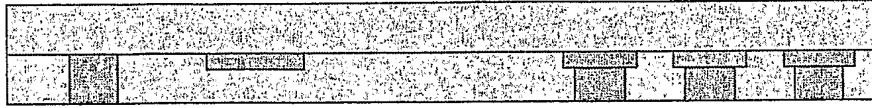


Fig. 1b



Fig. 1c



Fig. 1d

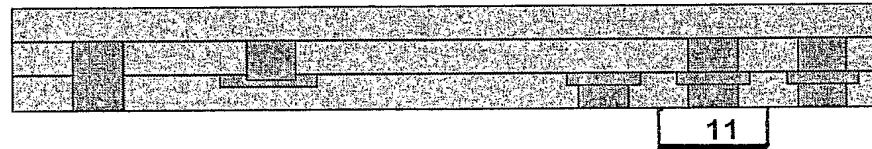


Fig. 1e

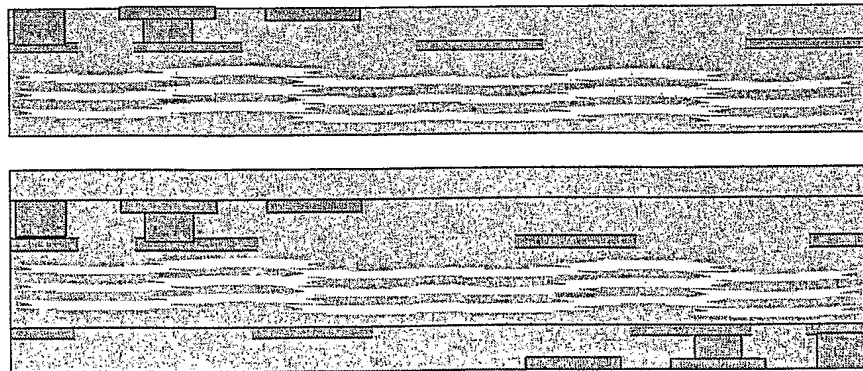


Fig. 2

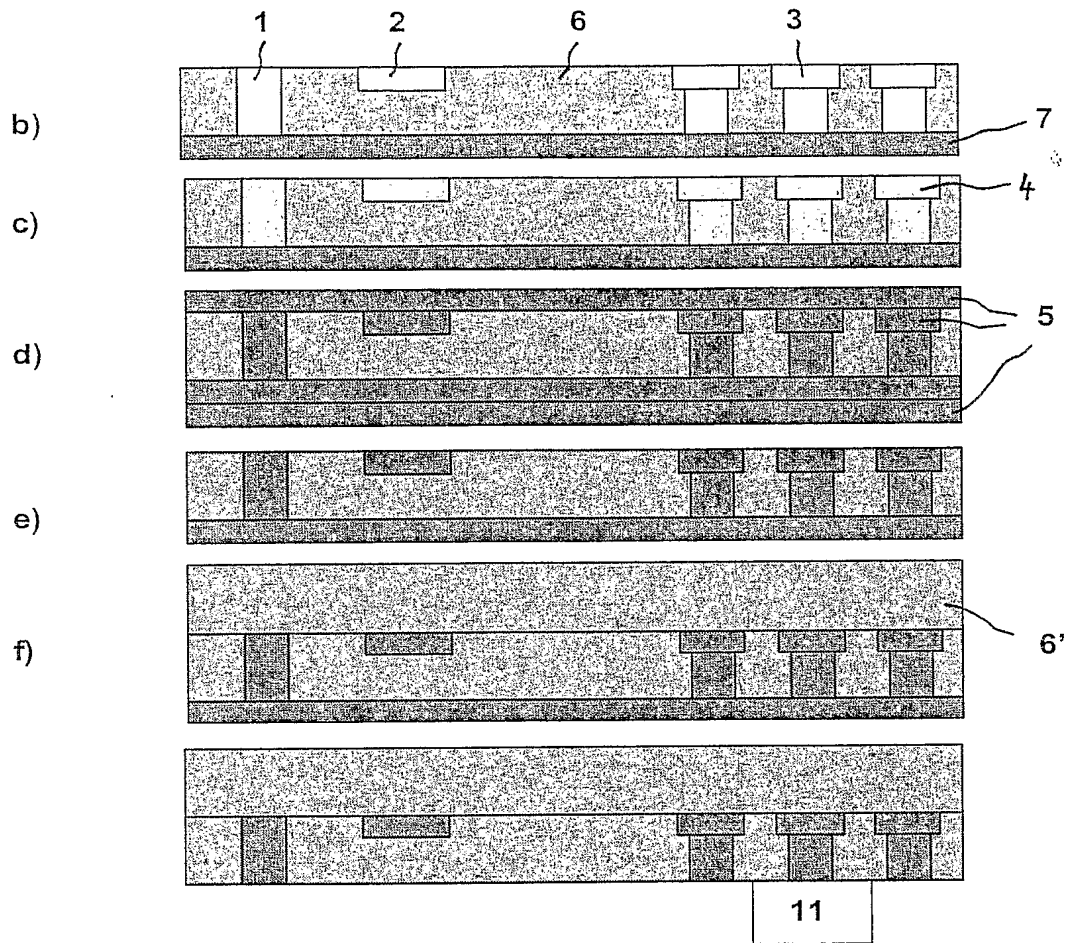


Fig. 3

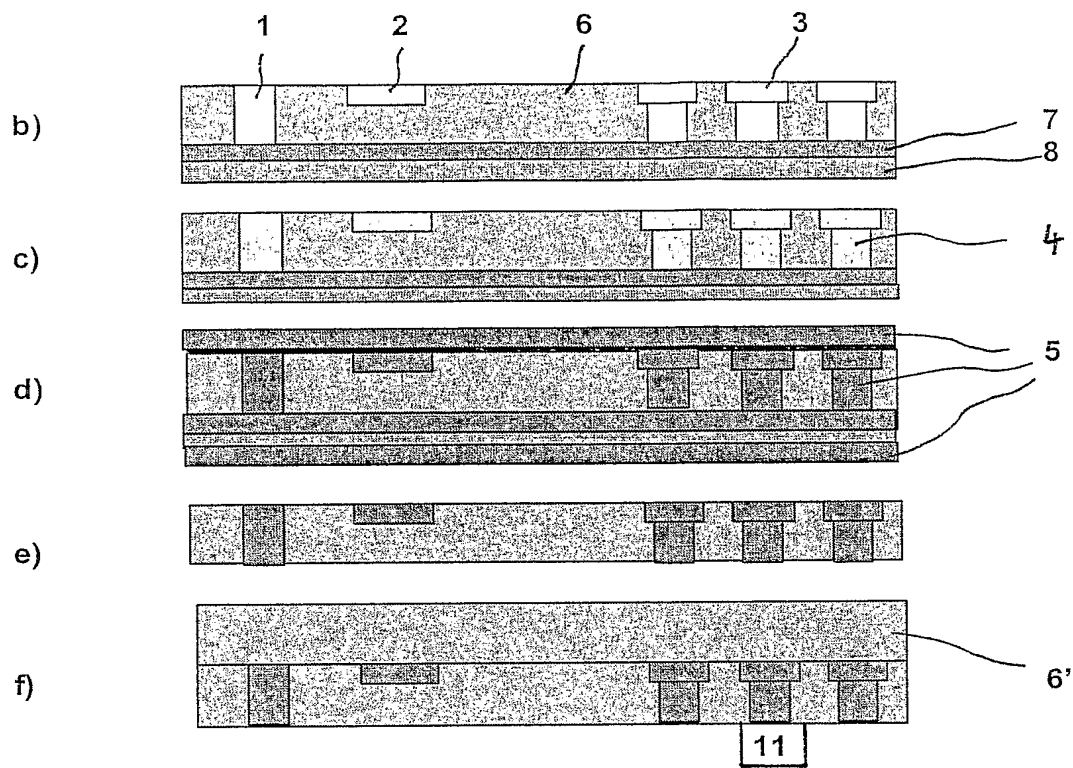


Fig. 4

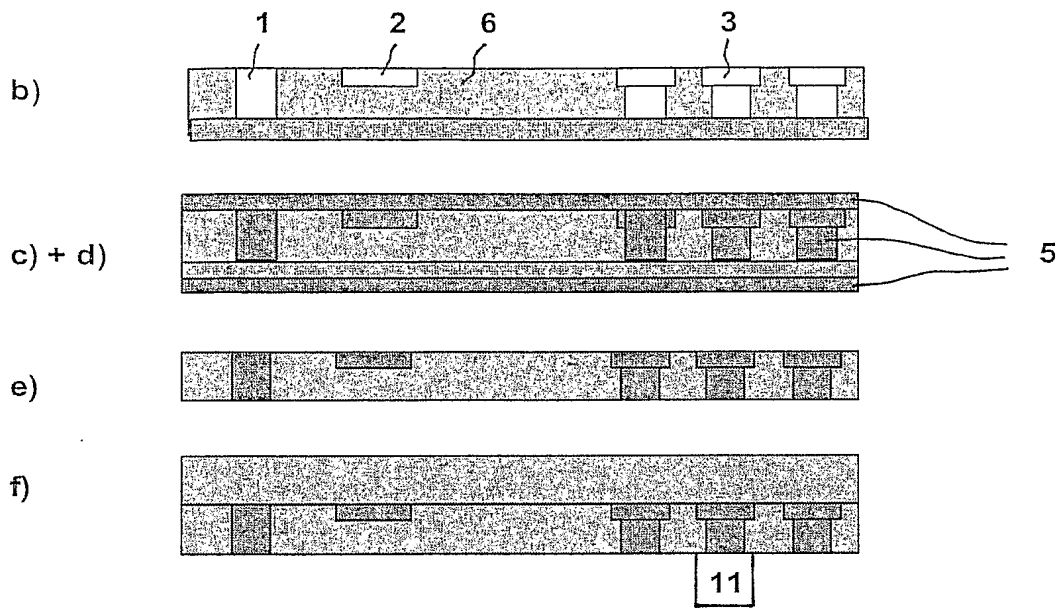


Fig. 5

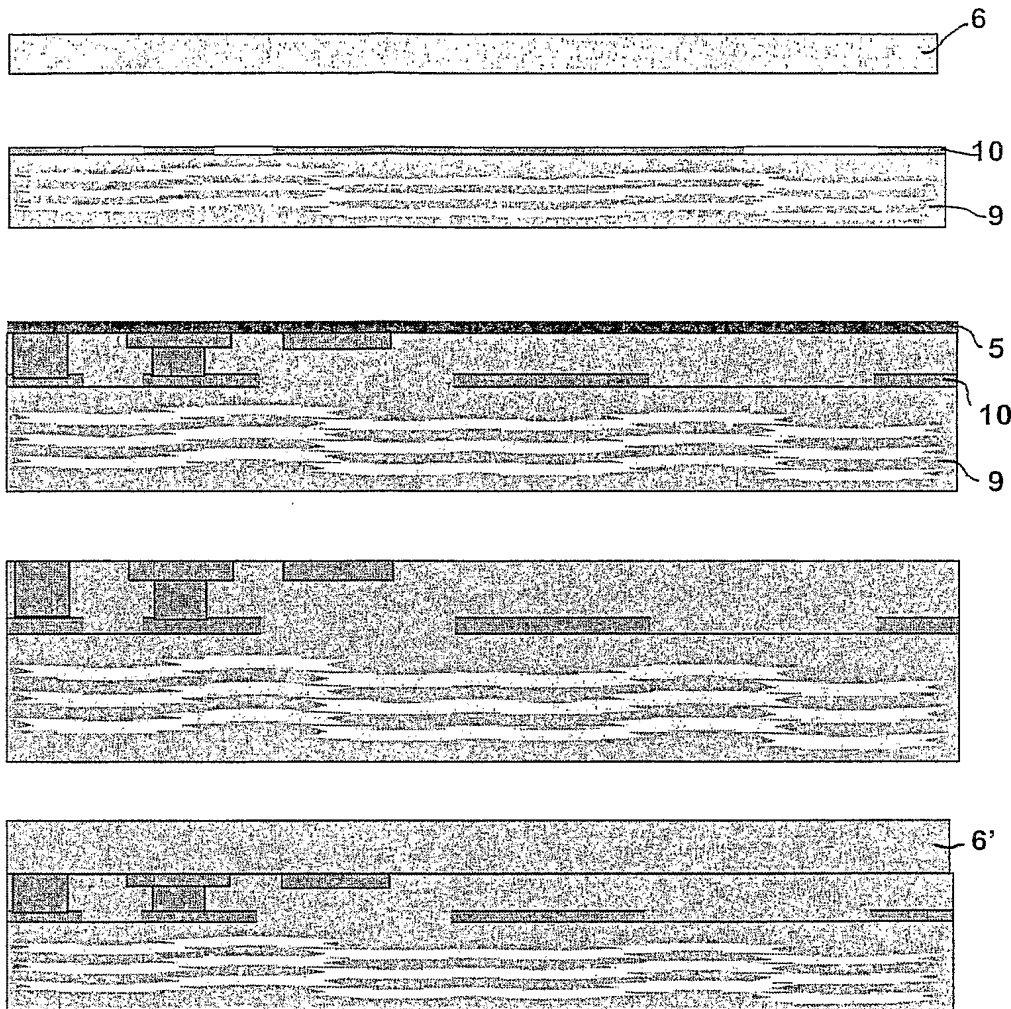


Fig. 6

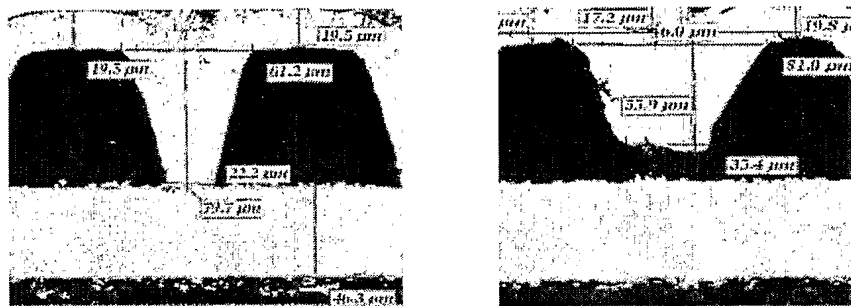


Fig. 7

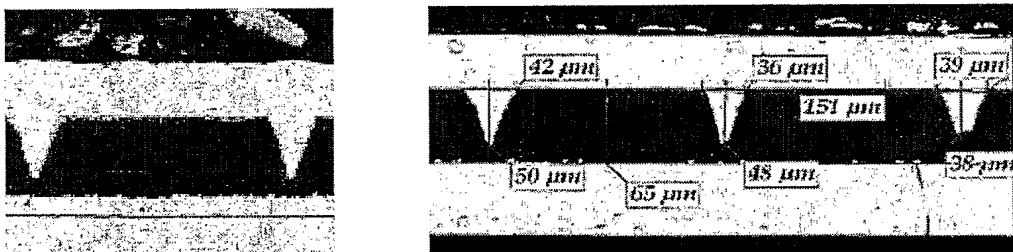


Fig. 8

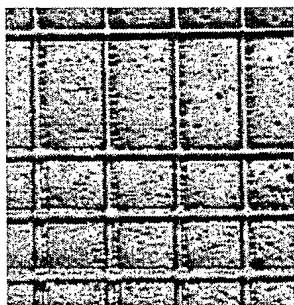


Fig. 9

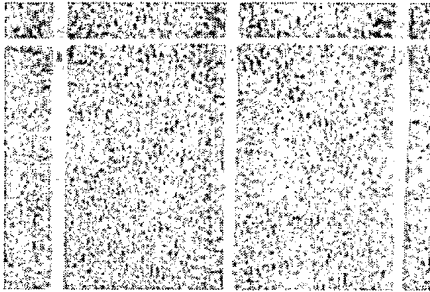


Fig. 10

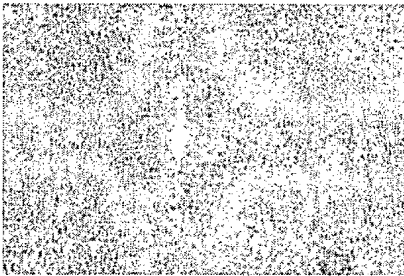


Fig. 11

